

**HUBUNGAN ANTARA INDEKS MASSA TUBUH DAN NILAI VOLUME
OKSIGEN MAKSIMAL (VO_2 MAKS) PADA MAHASISWA APIKES
CITRA MEDIKA SURAKARTA**

NASKAH PUBLIKASI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Mencapai derajat Sarjana Kedokteran



Diajukan oleh :

Rahmat Agung Budiarto

J 5000 900 65

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2012

SKRIPSI

**HUBUNGAN ANTARA INDEKS MASSA TUBUH DAN NILAI VOLUME
OKSIGEN MAKSIMAL (VO_2 MAKS) PADA MAHASISWA APIKES
CITRA MEDIKA SURAKARTA**

Yang diajukan Oleh :

RAHMAT AGUNG BUDIARTO

J500090065

Telah disetujui dan dipertahankan dihadapan dewan penguji skripsi Fakultas
Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta pada hari Senin, tanggal 10
Desember 2012

Penguji

Nama : dr. Nur Hidayat, Sp.PD

(.....)

Pembimbing Utama

Nama : dr. Sumardjo, Sp.PD

(.....)

Pembimbing Pendamping

Nama : dr. Sri Wahyu Basuki

(.....)

Dekan FK UMS



Prof. Dr. Bambang Subagyo, dr. Sp.A(K)

NIK : 300.1243

ABSTRAK

HUBUNGAN ANTARA INDEKS MASSA TUBUH DAN NILAI VOLUME OKSIGEN MAKSIMAL (VO_2 MAKS) PADA MAHASISWA APIKES CITRA MEDIKA SURAKARTA

Rahmat Agung Budiarto, Sumarjdo, Sri Wahyu Basuki

Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Latar Belakang. Indek Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) merupakan cara yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa. Menurut WHO, akan ada sekitar 700 juta orang gemuk yang berusia diatas 15 tahun dan lebih dari 2,3 miliar orang gemuk di seluruh dunia pada tahun 2015. Obesitas merupakan faktor resiko mayor terhadap penyakit kardiovaskular, beberapa jenis kanker serta diabetes militus tipe 2. Salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan fungsi kardiorespirasi adalah Nilai Volume Oksigen Maksimal (VO_2 Maks).

Metode. Penelitian menggunakan metode penelitian analitik observasional (non experiment) dengan rancangan cross sectional. Penelitian dilakukan pada bulan juni 2012 bertempat di Laboratorium Biomedik I FK UMS dengan sampel laki-laki dan perempuan usia 18-22 tahun. Besar sampel minimal sebanyak 21 subjek. Cara pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling* (pengambilan sampel didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu). Data kemudian dianalisis dengan computer menggunakan program *SPSS 16.0 for Windows*.

Hasil. Hasil perhitungan didapatkan nilai korelasi spearman = -0,531 dan nilai $p = 0,013$. Hal ini berarti bahwa ada hubungan negatif antara IMT dengan volume oksigen maksimal mahasiswa Apikes Citra Medika Surakarta dengan kekuatan korelasi cukup (H_0 ditolak karena nilai $\text{sig} < 0,05$).

Kesimpulan. Indeks Massa Tubuh berkorelasi negatif dengan Nilai Volume Oksigen Maksimal (VO_2 maks) pada mahasiswa Apikes Citra Medika Surakarta.

Kata kunci: Indek Massa Tubuh (IMT), Volume Oksigen Maksimal (VO_2 Maks)

ABSTRACT

Background. Body Mass Index (BMI) or body mass index (BMI) is a simple way to monitor the nutritional status of adults. According to WHO, there will be about 700 million obese people who are over 15 years old and more than 2.3 billion overweight people in the world by 2015. Obesity is a major risk factor for cardiovascular disease, some cancers and type 2 diabetes mellitus. One of the parameters used to determine the cardiorespiratory function is Value Maximum Volume Oxygen (VO₂ Max).

Methods. Research using observational analytic research methods (non experiment) with cross sectional design. The study was conducted in June 2012 held at the Laboratory of Biomedicine I FK UMS with a sample of men and women aged 18-22 years. The minimum sample many as 21 subjects. How sampling with purposive sampling (sampling based on a certain consideration). The data was then analyzed by computer using SPSS 16.0 for Windows.

Results. The results of the calculation value of Spearman correlation = -0.531 and $p = 0.013$. This means that there is a negative relationship between BMI and the maximum volume of oxygen Apikes students Surakarta Medika image with sufficient strength of the correlation (H_0 is rejected because the $\text{sig} < 0.05$).

Conclusion. Body mass index is negatively correlated with the value Maximum Volume Oxygen (VO₂ max) on the Apikes Citra Medika Surakarta.

Keywords: Body Mass Index (BMI), Maximum Volume Oxygen (VO₂ Max).

PENDAHULUAN

Kualitas sumber daya manusia (SDM) Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan Negara ASEAN yang lain. Hal ini tercermin dalam penurunan peringkat Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Pembangunan SDM merupakan salah satu prioritas pembangunan nasional. Perhatian utama dalam pembangunan SDM adalah pembangunan di bidang kesehatan dan gizi (Ristianingrum,dkk. 2010).

Gizi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas SDM. Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa merupakan masalah penting karena dapat mempengaruhi produktivitas kerja serta dapat menjadi faktor risiko dari beberapa penyakit tertentu. Diharapkan, pemantauan gizi perlu dilakukan secara berkesinambungan oleh setiap orang (Ristianingrum,dkk. 2010).

Indek Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Indexs* (BMI) merupakan cara yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan (obesitas). Berat badan yang kurang, dapat meningkatkan resiko terhadap penyakit infeksi, sedangkan berat badan yang berlebih akan meningkatkan resiko terhadap penyakit degenerative. Mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup yang lebih panjang (Ristianingrum,dkk. 2010).

Obesitas merupakan masalah kesehatan di masyarakat yang telah menimbulkan keprihatinan di seluruh dunia. Menurut WHO, akan ada sekitar 700 juta orang gemuk yang berusia diatas 15 tahun dan lebih dari 2,3 miliar orang gemuk di seluruh dunia pada tahun 2015. Meskipun beberapa Negara maju seperti Inggris dan Jerman mengalami penurunan dalam tingkat prevalensi obesitas dalam dekade terakhir, prevalensi obesitas terus meningkat di banyak belahan dunia, terutama di kawasan Asia Pasifik. Sebagai contoh, prevalensi gabungan kelebihan berat badan dan obesitas meningkat di Jepang dari 16,7% pada 1976-1980 menjadi 24,0% pada tahun 2000, dan di China dari 3,7% di tahun 1982 menjadi 19,0% pada tahun 2002 (Chan S.M, 2010).

Energi yang siap pakai dalam tubuh adalah adenosine tripospat (ATP), yang jumlahnya sangat terbatas. Agar kerja dapat berkesinambungan perlu resistensi ATP melalui proses metabolisme *aerob* maupun *anaerob*. Pembentukan ATP secara *aerob* dipengaruhi oleh sistem respirasi, sistem kardiovaskular, dan sistem yang membawa oksigen (kadar hemoglobin) dan sistem biokimiawi dalam jaringan. Salah satu parameter yang dipakai untuk mengukur kapasitas fungsional sel adalah volume oksigen maksimal (VO_2 maks). Oksigen diambil dari udara atmosfer untuk dikonsumsi oleh mitokondria melalui mekanisme distribusi yang melibatkan berbagai macam sistem tubuh. Pintu paling depan adalah sistem respirasi yang menangkap oksigen dari atmosfer, kemudian diangkut ke sistem pengangkut oksigen menuju sel, terutama oleh hemoglobin. Untuk mencapai sel dalam tubuh, sistem kardiovaskuler berfungsi memompa darah (oleh jantung) dan melalui pembuluh darah akhirnya darah yang membawa oksigen mencapai sel (Doewes, 2011).

Ekstraksi oksigen oleh sel dari darah dipengaruhi faktor biokimiawi jaringan. Dengan mengukur beberapa indikator yang mencerminkan fungsi dari berbagai sistem tubuh yang terlibat dalam nilai Volume Oksigen Maksimal (VO_2 maks), maka seberapa besar kontribusi dari masing-masing sistem tubuh terhadap VO_2 maks dapat diketahui (Doewes, 2011).

Penelitian ini bertujuan mengetahui ada tidaknya hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan nilai Volume Oksigen Maksimal (VO_2 maks).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analitik observasional (*non-experiment*) dengan rancangan *cross sectional*. Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan waktu penelitian bulan juni 2012. Data penelitian diperoleh dari pemeriksaan yang dilakukan oleh peneliti. Subjek penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Apikes Citra Medika Surakarta yang memenuhi kriteria restriksi. Sampel yang hendak diteliti adalah yang memenuhi kriteria inklusi. pengambilan sampel dengan teknik

purposive sampling (pengambilan sampel didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu). Total jumlah sampel 21. kriteria restriksi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kriteria restriksi di bagi menjadi dua yaitu Kriteria inklusi (penerima): Mahasiswa Apikes Citra Medika yang bersedia menjadi sampel, usia 18-25 tahun. Kriteria eksklusi (penolak) : Menderita cacat otot atau tulang, menderita penyakit paru-paru dan jantung, mahasiswa yang tidak berada di tempat pada saat di lakukannya penelitian, anemia, menstruasi.

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan penelitian pada bulan juni 2012 didapatkan sampel sebanyak 21 dengan teknik *purposive sampling* (pengambilan sampel didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu). Berikut ini distribusi data hasil penelitian:

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Umur Responden

| No. | Umur Responden | Jumlah | Persentase % |
|--------|-------------------|--------|--------------|
| 1 | 18 | 3 | 14.30% |
| 2 | 19 | 7 | 33.30% |
| 3 | 20 | 7 | 33.30% |
| 4 | 21 | 1 | 4.80% |
| 5 | 22 | 3 | 14.30% |
| Jumlah | | 21 | 100,00% |

Sumber: Data Primer, 2012.

Berdasarkan dari data tabel 4.1 diatas menunjukkan bahwa mayoritas responden berumur 19 tahun sebesar 33.3% atau 7 orang dan 20 tahun sebesar 33.3% atau 7 orang , diikuti responden dengan umur 18 dan 23 tahun sejumlah 3 orang atau 14.3%, sedangkan responden yang paling sedikit berumur 21 tahun yaitu 1 responden.

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Jenis kelamin

| No. | Jenis kelamin | Jumlah | Persentase % |
|--------|---------------|--------|--------------|
| 1. | Laki-laki | 4 | 19.00% |
| 2. | Perempuan | 17 | 81.00% |
| Jumlah | | 21 | 100,00% |

Sumber: Data Primer, 2012.

Berdasarkan dari data tabel 4.2 diatas menunjukkan bahwa mayoritas responden lebih dari separuh berjenis kelamin perempuan sebesar 81,0% sejumlah 17 responden.

Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi IMT

| Responden | N | Mean |
|-----------|----|-------|
| IMT | 21 | 23.82 |

Sumber : Data Primer diolah, 2012

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki indeks massa tubuh sebesar 23.82 dengan jumlah responden 21.

Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi VO₂ Maks

| Responden | N | Mean |
|----------------------|----|-------|
| VO ₂ Maks | 21 | 58.93 |

Sumber : Data Primer diolah 2012

Table 4.4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai VO₂ Maks responden sebesar 58.93 dengan jumlah responden 21.

DISKUSI

Hasil penelitian yang diperoleh ini hasilnya sesuai dengan landasan teori dan pada uji hipotesa didapatkan adanya hubungan IMT dengan volume oksigen maksimal pada mahasiswa Apikes Citra Medika Surakarta. Hasil uji hipotesis menunjukkan angka koefisien korelasi spearman = -0,531. Hal ini menandakan adanya korelasi negatif antara IMT dengan volume oksigen maksimal. Dengan demikian hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini diterima, bahwa semakin tinggi IMT, maka menurunkan volume oksigen maksimal.

VO₂ maks adalah kadar oksigen tertinggi yang dapat dikonsumsi selama latihan, yang menggambarkan fungsi paru, kardiovaskular, dan hematologi serta mekanisme oksidasi dari otot yang aktif selama proses latihan. Selain itu VO₂ maks dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam latihan aerobik dengan VO₂ maks menentukan kebugaran kardiorespirasi (Armstrong dan Welsman, 1997).

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kristanti, 1993) bahwa indeks massa tubuh berpengaruh terhadap VO₂ maks, setiap kenaikan IMT sebesar 1 kg/m² diikuti dengan penurunan VO₂ maks sebesar 1,30 ml/kgBB/menit. Setiap kenaikan kadar Hb 1 gram/dl diikuti dengan kenaikan VO₂ maks 0,73 ml/kgBB/menit. Setiap kenaikan umur 1 tahun diikuti penurunan VO₂ maks sebesar 0,46 ml/kgBB/menit.

Selain itu pada penelitian ini juga didominasi oleh responden perempuan sebesar 81,0%. Sehingga nilai rata-rata volume oksigen maksimal lebih rendah dari laki-laki. Karena VO₂ maks laki-laki lebih tinggi daripada perempuan. Hal ini disebabkan karena konsentrasi hemoglobin dalam darah pada laki-laki lebih tinggi daripada perempuan. Sedangkan umur responden pada penelitian ini mayoritas berumur 18 – 20 tahun sehingga nilai VO₂ maks mencapai puncak pada usia 18-20 tahun. Nilai ini akan berkurang secara bertahap (1% per tahun) setelah usia 25 tahun. Pada orang yang aktif secara fisik, penurunan terjadi 5% per dekade, sedangkan pada orang dengan gaya hidup sedenter, penurunan VO₂ maks mencapai 10% per dekade (Strijk, 2010).

Penelitian membuktikan bahwa anak obesitas memiliki tingkat aktivitas fisik dan tingkat kesegaran jasmani yang rendah. Aktivitas fisik yang tidak adekuat menyebabkan semakin banyak lemak tubuh yang ditimbun pada jaringan, sedangkan kesegaran jasmani yang rendah dapat mempengaruhi kesehatan fisik anak obes. Beberapa penelitian mendapatkan bukti bahwa olahraga dapat meningkatkan tingkat kesegaran jasmani anak obesitas. Berdasarkan beberapa penelitian pada subjek yang memiliki aktivitas fisik kurang memiliki nilai VO₂ maks dalam kategori kurang sekali dan setelah intervensi olahraga dan diet mengalami peningkatan meskipun masih dalam kategori yang kurang, hal ini membuktikan bahwa aktivitas fisik dapat memperbaiki nilai VO₂ maks seseorang.

Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Berenson dkk tahun 1998, Atkins dkk tahun 2000, dan Colins dkk tahun 2007, yang mendapatkan hasil serupa bahwa tingkat kesegaran jasmani anak obes sangat rendah jika dibandingkan dengan status gizi normal ataupun *overweight* (Anam, 2010).

Dalam Penelitian ini juga masih terdapat responden yang memiliki berat badan lebih (*overweight*). Jaringan lemak menambah berat badan, tapi tidak mendukung kemampuan untuk secara langsung menggunakan oksigen selama olah raga berat. Maka, jika VO_2 maks dinyatakan relative terhadap berat badan, berat lemak cenderung menaikkan angka penyebut tanpa menimbulkan akibat pada pembilang. Jadi, kegemukan cenderung mengurangi VO_2 maks (Uliyandari, 2009).

Respon kardiovaskular yang paling utama terhadap aktivitas fisik adalah peningkatan cardiac output. Peningkatan ini disebabkan oleh peningkatan isi sekuncup jantung maupun heart rate yang dapat mencapai sekitar 95% dari tingkat maksimalnya. Karena pemakaian oksigen oleh tubuh tidak dapat lebih dari kecepatan sistem kardiovaskuler menghantarkan oksigen ke jaringan, maka dapat dikatakan bahwa sistem kardiovaskular menghantarkan oksigen ke jaringan, maka dapat dikatakan bahwa kardiovaskular dapat membatasi nilai VO_2 maks. (Pate, 1984).

Dalam penelitian usia responden rata-rata 19.75 tahun yang merupakan salah satu kelebihan dalam penelitian karena nilai VO_2 maks mencapai puncaknya pada usia 18-20 tahun. Nilai ini akan berkurang secara bertahap (1% per tahun) setelah usia 25 tahun. Kekurangan dalam penelitian ini adalah masih adanya responden yang memiliki berat badan yang berlebih (*overweight*) karena jaringan lemak menambah berat badan, tapi tidak mendukung kemampuan untuk secara langsung menggunakan oksigen selama olah raga berat. Dalam penelitian ini juga didominasi oleh perempuan sebesar 81,0% sehingga volume oksigen rata-ratanya menjadi lebih rendah dibandingkan laki-laki. Hasil dari penelitian nilai rata-rata VO_2 maks cukup tinggi ini menunjukkan kurang telitinya dalam pengukuran denyut nadi yang dilakukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian *cross sectional* yang artinya tiap subjek penelitian hanya diobservasi

sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variable subjek pada saat pemeriksaan. Dibanding dengan metode penelitian-penelitian yang lain metode penelitian ini merupakan yang paling lemah karena penelitian ini paling mudah dilakukan dan sangat sederhana.

Penelitian yang sudah dilakukan memang sesuai dengan hipotesis yang diajukan, tetapi dalam penelitian ini masih banyak kekurangan untuk itu peneliti menyarankan apabila akan ada penelitian lebih lanjut sebaiknya sampelnya diperbanyak, sampel dibuat homogen laki-laki semua atau perempuan semua, permintaan ini hanya untuk mengurangi bias dalam penelitian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Indeks Massa Tubuh berkorelasi negatif dengan Nilai Volume Oksigen Maksimal (VO_2 maks) pada mahasiswa Apikes Citra Medika Surakarta.

Saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan orang dengan IMT yang berlebih untuk menurunkan berat badannya atau melakukan olahraga yang teratur agar keadaan kardiorespirasinya tetap baik dan juga akumulasi lemak dalam tubuh menurun.
2. Sebaiknya orang dengan IMT yang berlebih rutin melakukan pemeriksaan kardiorespirasi dan pemeriksaan penunjang lainnya secara berkala sehingga dapat terdeteksi sedini mungkin jika terdapat kelainan pada sistem kardiorespirasi.
3. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut pada orang dengan IMT berlebih mengenai nilai VO_2 maks dengan memperhatikan berat badan, aktivitas fisik, perokok dan bukan perokok, laki-laki dan perempuan, anemia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinanto W., 2008. *Pengaruh intervensi olahraga di sekolah terhadap indeks massa tubuh dan tingkat kesegaran kardiorespirasi pada remaja obesitas*. Tesis. Semarang: Bagian Ilmu Kesehatan Anak FK UNDIP
- Anam M.S., 2010. Pengaruh Intervensi Diet dan Olah Raga Terhadap Indeks Massa Tubuh, Lemak Tubuh, dan Kesegaran Jasmani pada Anak Obes. *Sari Pediatri*. Vol 12 hlm 36-41
- Anonym. 2012. *Assessing Aerobic Fitness*.p-4, Available from URL : <http://www.uh.edu/tigerstudy/textbook/TigerCpt2.pdf>, Diakses pada tanggal 5 mei 2012, pukul 13:30 WIB
- Arma A, 1994. *Dasar-dasar Pendidikan Jasmani*. Jakarta, hlm 53-64
- Astorin T, Robergs R, Ghiasvand S, Marks D, Burns S. 2000. Incidence of the Oxygen Plateau at $\dot{V}O_{2\max}$ during Exercise testing to Volitional Fatigue. *Journal of the American Society of Exercise Physiologists*.; 3:2
- Brian S, 2003. *Kebugaran dan Kesehatan*.Ed1, Jakarta : Raja Grafindo Persada. Hlm 75-93
- Dahlan M.S. 2010. *Membuat Proposal Penelitian Bidang Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta : Evidence Based Medicine
- Departemen Kesehatan RI, 1997. Laporan Survey IMT di 12 kota Besar tahun 1996, Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Fahmi I. 2010. *Hubungan antara fungsi tiroid dan energi expenditure pada remaja obesitas dan normal*. Tesis. Semarang: Bagian Ilmu Kesehatan Anak FK UNDIP
- Fox SI. 2003. Respiratory Physiology : The Respiratory System. In : Fox SI. *Human Physiology*, 8th ed. Kota: McGraw-Hill;.p.480

- Ganong, W.F.2008. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta:EGCp.621-54
- Hartono A. 2006. *Terapi Gizi dan Diet Rumah Sakit*. Jakarta: EGC
- Junusul H, 1989. *Fisiologi Olahraga*. jilid 1. Jakarta, hlm 50-213
- Kerbs NF, Baker RD, Greer FR, Heyman MB, Jaksic T, Lifshitz F. 2003. Prevalention of Pediatric Overweight and Obesity. *Pediatrics*.;112(2).424-27
- Kiess W, Reich A, Muller G, Meyer K, Galler A, Bennek J, et al. 2001. Clinical aspects of obesity in childhood and adolescence-diagnosis, treatment, and prevention. *International Journal of Obesity*.; 25(1):575-79
- Mackenzie B. VO₂max. 2012. Available from URL : <http://www.brianmac.demon.co.uk/VO2max.htm> Diakses pada tanggal 5 Mei 2012, pukul 13:00 WIB
- Misnadiarly. 2007. *Obesitas sebagai Faktor Resiko beberapa Penyakit*. Jakarta: Pustaka Obor Populer.
- Muchsin D, Kiyanto, Suradi. 2011. Kontibusi sistem respirasi terhadap VO₂ maks. *J Respir Indo*. Volume: halaman 31, No.1
- Nieman D.C, 2004. *Kebugaran dan Kesehatan Anda alih bahasa Syahrastani, Mkes*, Universitas Negeri Padang
- Pate R, McClenaghan B, Rotella R. 1984. Pengangkutan dan penggunaan oksigen. Dalam : Dwijowinoto K (penerjemah). *Dasar-dasar Ilmiah Kepelatihan*. Philadelphia (USA): Saunders College Publishing;p. 256-7
- Rhistianingrum I, Indah R, Lantip R. 2010. Hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan tes fungsi paru. *Mandala of health*., hlm 105-112
- Rosenbaum M. 2002. obesity in children. *Endotext.com*..1-23

- Ruth S.M. Chan, Jean Woo. 2010. Prevention of overweight and obesity: how effective is the current public health approach. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. Halaman:765-78
- Sjarif D., 2002. *Obesitas pada anak dan permasalahannya*, dalam: Prihono P, Purnamawati S, Sjarif D, Hegar B, Gunadi H, Oswari H, dkk, penyunting. Hot topic in pediatric II. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia RS.Dr.Ciptomangunkusumo; 219-34.
- Simon R. 2006. *Perbandingan tingkat kebugaran jasmani berdasarkan VO_2 maks antara anak tunagrahita ringan dengan anak normal tingkat pendidikan SLTP*. Karya Tulis Ilmiah. Program studi pendidikan guru sekolah dasar FKIP UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
- Sukmaningtyas H, Pudjonarko D, Basjar E. 2004. Pengaruh latihan aerobik dan anaerobik terhadap sistem kardiovaskuler dan kecepatan reaksi. *Medika Media Indonesia*.; 39:74-9
- Supariasa, I Dewa Nyoman. 2012. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta : EGC
- Uliyandari A. 2009. *Pengaruh latihan fisik terprogram terhadap perubahan nilai konsumsi oksigen maksimal (VO_{2max}) pada siswi sekolah bola voli tugu muda semarang usia 11-13 tahun*. Karya Tulis Ilmiah. Semarang:FK UNDIP
- Vander. 2001. Human Physiology : The Respiratory System. In : Human Physiology The Mechanism of Body Function, 8nd ed. Boston : McGraw-Hill;p
- WHO. 2000. Obesity: Preventing and Managing The Global Epidemic, WHO Technical Report Series; 894, Geneva
- Yunwati Y, 2002. Pengaruh Paparan Asap Rokok Kretek Dismutase Hepar Tikus Mistar, *Jurnal Kedokteran Yarsi* Vol12, hlm 85-92